

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01062911 A**(43) Date of publication of application: **09 . 03 . 89**

(51) Int. Cl.

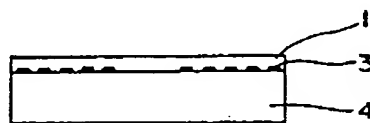
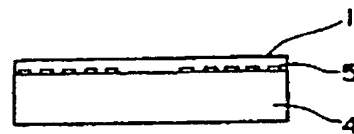
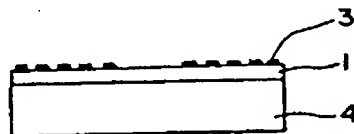
H03H 9/25
H03H 9/145
(21) Application number: **62220937**(22) Date of filing: **03 . 09 . 87**(71) Applicant: **SUMITOMO ELECTRIC IND LTD**
(72) Inventor: **IMAI TAKAHIRO**
FUJIMORI NAOHARU
NAKAHATA HIDEAKI
(54) **SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT**

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To produce the titled element usable at an ultrahigh frequency band with small size and possible for mass-production by laminating a piezoelectric layer and an interdigital electrode onto a single crystal diamond thin film of insulation performance.

CONSTITUTION: The piezoelectric layer 1 is laminated on a substrate 4 made of a single crystal insulation diamond thin film with uniform quality and manufactured artificially. The major components of the piezoelectric layer 1 are chemical compounds of inorganic substances such as ZnO, AlN, SiO₂, and ZnS. Moreover, the electrode layer 3 is formed on the piezoelectric layer 1. The electrode layer 3 is made of a usual metal and formed to be of an interdigital type and a semiconductor diamond may be used or it is used in common with a metallic layer. Furthermore, a comb-line semiconductor diamond layer 5 or an interdigital metallic layer may be provided between the insulation diamond 4 and the piezoelectric layer 1. Thus, the elements with small size and capable of being used at an ultrahigh frequency band are mass-produced.



⑫ 公開特許公報(A)

昭64-62911

⑬ Int.Cl.⁴

H 03 H

9/25

9/145

識別記号

庁内整理番号

B-8425-5J

C-8425-5J

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 表面弾性波素子

⑯ 特 願 昭62-220937

⑰ 出 願 昭62(1987)9月3日

⑱ 発 明 者 今 井 貴 浩 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑲ 発 明 者 藤 森 直 治 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

⑳ 発 明 者 中 幡 英 章 兵庫県伊丹市昆陽北1丁目1番1号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

㉒ 代 理 人 弁理士 青 山 稔 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

表面弾性波素子

2. 特許請求の範囲

1. ダイヤモンド層と圧電体層と電極層を有する表面弾性波素子。

2. ダイヤモンド層が単結晶ダイヤモンドである特許請求の範囲第1項記載の表面弾性波素子。

3. ダイヤモンド層が気相合成法により成長せしめた薄膜である特許請求の範囲第1項又は第2項記載の表面弾性波素子。

4. ダイヤモンド層の全部が絶縁性ダイヤモンドである特許請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

5. ダイヤモンド層の一部又は全部が、B、P、Al及びSから成る群から選択された少なくとも

1種の不純物及び/又は粒子線照射による格子欠陥を導入した半導電性ダイヤモンドである特許請求の範囲第1～3項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

6. 圧電体層が、ZnO、AlN、

Pb(Zr,Ti)O₃、(Pb,Ln)(Zr,Ti)O₃、LiTaO₃、LiNbO₃、SiO₂、Ta₂O₅、Nb₂O₅、BeO、Li₂B₄O₇、KNbO₃、ZnS、

ZnSe及びCdSから成る群から選択された少なくとも1種の化合物を主成分とする第1～5項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

7. 圧電体層が単結晶である特許請求の範囲第1～6項のいずれかに記載の表面弾性波素子。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、高周波フィルタなどに用いられる表面弾性波素子に関する。

従来の技術

表面弾性波素子は、固体表面を伝播する表面弾性波の共振現象を利用した固体高周波素子である。表面弾性波素子は、小型で、温度に対して安定であり、寿命が長く、位相特性が良い等の特長がある。従って、表面弾性波素子の一例である表面弾性波フィルタは、テレビジョンの中間周波数フィ

ルタ等に用いられる。

この表面弾性波素子は、従来、 LiNbO_3 や LiTaO_3 等の圧電体単結晶上に櫛型電極を形成することによって製造されていたが、近年では ZnO 等の圧電体薄膜をガラス等の基板の上にスパッタ等の技術で成膜したものが用いられるようになってきている。

ところが、ガラス上に成膜した ZnO 等の圧電体薄膜は、通常配向性のある多結晶質であり、散乱による損失が多く、100MHz以上の高周波帯で使用するには適していなかった。そこで、サファイア上に ZnO 等の圧電体単結晶薄膜を成長させたものも作製されるようになってきている。

ところで、表面弾性波素子においては、固体表面を伝播する弾性波の音速と櫛型電極の電極間距離により使用周波数が決定される。電極間距離が小さく、音速が大きい程、高周波数域で使用できる。従来は電極間距離は、微細加工技術の制約から、1.2 μm が限界であり、しかもこのような微細な加工工程は複雑で、歩留りが悪かった。

化学的にも安定であるので、表面弾性波素子を形成する基板として好適である。

物 質	音速(m/秒)
ダイヤモンド	18000
サファイア	12000
ソーダガラス	1800
ZnO	3500
LiNbO_3	3600
LiTaO_3	3000
$\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$	1500~2000

圧電体層は、無機物質、例えば、 ZnO 、 AlN 、 $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ 、 $(\text{Pb,Lu})(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ 、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 BeO 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 KNbO_3 、 ZnS 、 ZnSe 、 CdS などの化合物を主成分とすることが好ましい。

本発明の表面弾性波素子は、ダイヤモンド層及び圧電体層に加えて、電極層を有する。電極層は、通常、金属からできているが、半導電性ダイヤモ

1.2 μm の幅で電極を形成した場合に、サファイアのような比較的音速の大きい基板上に圧電体層を形成しても、1GHzが高周波帯の限界であった。更に高い周波数の極高周波帯を有する表面弾性波素子が要望されているのである。

発明が解決しようとする問題点

本発明の目的は、極高周波帯で使用できる表面弾性波素子を提供することにある。

問題点を解決するための手段

本発明者らは、諸物質中で音速の最も大きい物質の一つであるダイヤモンドから成る層の上に圧電体層が形成されている表面弾性波素子を提供する。

ダイヤモンド層は、基板の一部であってよいが、基板全体がダイヤモンドからできていてもよい。

ダイヤモンド層は、その全部が絶縁性であってよいが、その一部又は全部が半導電性であってよい。

下表に各種物質中における音速を示す。ダイヤモンドは音速が最も大きいだけでなく、熱的及び

ダイヤモンド層からできていてもよい。半導電性ダイヤモンドを電極として用いた場合には、温度依存性の少ない厚み縦振動モードを利用することができる。このことは、導電性を付与することのできないサファイアなどの単結晶物質に比べて有利な点である。本発明の表面弾性波素子は、電極として作用してもよい半導電性ダイヤモンド層、及び金属電極層の両方を有していてもよい。

本発明においては、ダイヤモンド層及び圧電体層は、単結晶又は多結晶のいずれであってもよい。しかし、極高周波域で使用する表面弾性波素子に用いるためには、音響散乱の少ない単結晶であることが、好ましい。

単結晶ダイヤモンドは天然に産生するものは品質が不均一で高価であるが、近年超高压下で人工的に品質の揃った単結晶が合成できるようになり、容易に入手できる。

また、炭化水素等のガスから多結晶ダイヤモンドを気相合成することも可能になっている。多結晶ダイヤモンドの気相合成法は、1)電子放射材

を加熱して原料ガスを活性化する、2)プラズマによりガスを励起する、3)光によりガスを分解励起する、4)イオン衝撃により成長させる、等の方法があるが、いずれの方法によっても適した多結晶ダイヤモンドを得ることができる。

また、異種単結晶基板上に成長させた単結晶ダイヤモンド層を用いることも可能である。

発明者等は、 ZnO 、 AlN 、 $Pb(Zr,Ti)O_3$ 等の無機圧電体の単結晶薄膜を、スパッタ法やCVD法などの気相合成法を用いることによって、単結晶ダイヤモンド上に成長させることができることを見出した。

表面弾性波素子に必要な結晶配向性を有した圧電体の多結晶薄膜は、同様の方法によって、多結晶ダイヤモンドの上に成長させることができる。

また、圧電体薄膜の成長方法や成長速度を選択することにより単結晶ダイヤモンド層の上に多結晶圧電層を形成することも可能である。

ダイヤモンドの高純度のもは誘電率の低い絶縁体である。しかし、B、Al、P、S等の不純

極層3が形成されている。

第1図(b)の表面弾性波素子においては、絶縁性ダイヤモンド層4の上に半導電性ダイヤモンド層5が形成されており、その上に圧電体層1が形成されている。

第1図(c)の表面弾性波素子は、絶縁性ダイヤモンド層4と圧電体層1の間に、櫛型であり電極として働く半導電性ダイヤモンド層5を有する。

第1図(d)の表面弾性波素子は、絶縁性ダイヤモンド層4と圧電体層1の間に金属電極層3を有する。

第1図(e)の表面弾性波素子は、圧電体層1の上に、半導電性ダイヤモンド層5の櫛状電極の延在方向に対して 90° の角度をなして延在する櫛状電極を有して成る金属電極層3を有する以外は、第1図(c)の表面弾性波素子と同様である。

第1図(f)の表面弾性波素子は、圧電体層1の上に、金属電極層3の櫛状電極の延在方向に対して 90° の角度をなして延在する櫛状電極を有して成る電極3'を有する以外は、第1図(d)の表面

物を導入したり、及び/又はイオン注入や電子線照射により格子欠陥を導入すると、半導電性ダイヤモンド層を形成することができる。Bを含む半導電性のダイヤモンド単結晶は天然にも稀に産出し、超高压法により人工的に合成することもできる。

絶縁性の高純度ダイヤモンド単結晶の上に、気相合成法により半導電性ダイヤモンド単結晶層を形成することも容易にでき、これを櫛型電極に加工することも可能である。同様に気相合成法により半導電性ダイヤモンド多結晶層を形成し、これを櫛型電極に加工することもできる。

バルク圧電体の上にダイヤモンド薄膜を積層する構造も可能であるが、圧電体を薄膜としてダイヤモンド層の上に形成することが好ましい。

第1図は、本発明による表面弾性波素子の例を示す断面図である。

第1図(a)の表面弾性波素子においては、絶縁性ダイヤモンド層4の上に圧電体層1が形成されており、圧電体層1の上に、櫛型にされた金属電

弾性波素子と同様である。

第1図に示した表面弾性波素子において、圧電体層1、ダイヤモンド層4及び半導電性ダイヤモンド層5のそれぞれは、単結晶であってもよく多結晶であってもよい。

第2図は、電極層のパターンの一例を示す平面図である。電極層はこのような櫛型構造を有することが好ましく、入力端子2つ及び出力端子2つの合計4つの端子を有する。

発明の効果

本発明によれば、極高周波域において使用できる小型で大生産量の容易な高周波用表面弾性波素子を提供することができる。

本発明の表面弾性波素子の例としては、フィルタに加えて、遅延線、信号処理素子、コンパラなどが挙げられる。

実施例

以下に実施例及び比較例を示す。

実施例1～5及び比較例1～4

$3 \times 2 \times 0.3$ mmの各種基板を用意し、圧電体

としてZnO薄膜と金属電極を形成し、共振周波数を測定した。ZnO薄膜は、ZnO多結晶体をArと酸素の混合ガスでスパッタする方法により得た。基板として使用した単結晶ダイヤモンドは、超高圧合成法による人工Ib型ダイヤモンドの(100)面を研磨したものであった。多結晶ダイヤモンドは、CH₄をH₂で100倍に希釈したガスを原料とし、マイクロ波プラズマCVD法によりSi板上に多結晶ダイヤモンドを50μm成長させたものであった。

結果を第1表に示す。

第1表

実施例	圧電体	圧電体膜厚さ(μm)	基板	電極間距離(μm)	共振周波数(GHz)
1	多結晶ZnO	2.0	多結晶ダイヤモンド	2.0	0.672
2	"	2.0	"	1.4	0.966
3	単結晶ZnO	1.0	単結晶ダイヤモンド	2.0	0.853
4	"	1.0	"	1.4	1.214
5	"	0.7	"	1.4	1.304
比1	多結晶ZnO	2.0	ソーダガラス	2.0	0.273
比2	"	2.0	多結晶Al ₂ O ₃	2.0	0.438
比3	単結晶ZnO	1.0	サファイア	2.0	0.610
比4	"	1.0	"	1.4	0.857

第1表の結果から、圧電体膜厚さ及び電極間距離が同じである場合に、ダイヤモンドの基板の使用によって高い共振周波数が得られることがわかる。

4. 図面の簡単な説明

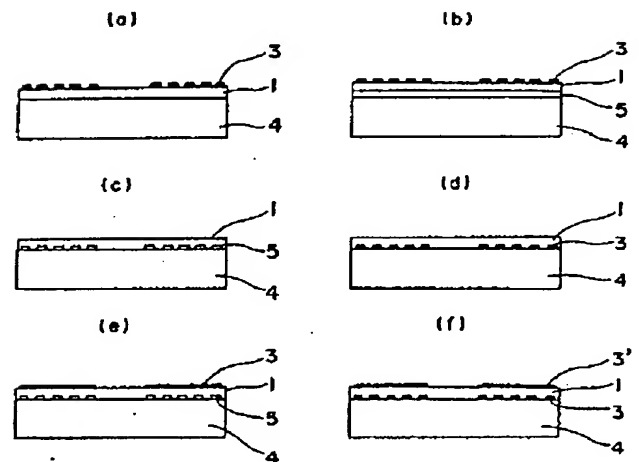
第1図は、本発明による表面弾性波素子の例を示す断面図である。

第2図は、電極層のパターンの一例を示す平面図である。

- 1…圧電体層、
- 3, 3'…金属電極層、
- 4…絶縁性ダイヤモンド層、
- 5…半導電性ダイヤモンド層。

特許出願人 住友電気工業株式会社
代理人 井理士 青山 篠 ほか1名

第1図



第2図

